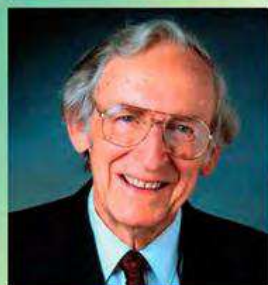


РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ ВОЛЖСКОГО БАСЕЙНА

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СБОРНИК 4

ТРУДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ПОВОЛЖЬЯ



ТОЛЬТТИ, 2013

Житенёва Л.Д., Рудницкая О.А., Калужная Т.И. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. Справочник. Р.-н-Д.: АЗНИИРХ, 1997. 149 с.

Крылов О.Н. Методические указания по гематологическому обследованию рыб в водной токсикологии. Л.: ГосНИОРХ. 1974. 39 с.

Минеев А.К. Морфологический анализ и патологические изменения структуры клеток

крови у рыб Саратовского водохранилища // Вопр. ихтиологии. 2007. № 1. С. 93-100.

Моисеев Т.И. Водная экотоксикология. М.: Наука, 2009. 400 с.

О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2009 г.: Государственный доклад. Ижевск, 2010. 228 с.

Терсков Г.В., Гительзон И.И. Метод химических (кислотных) эритрограмм // Биофизика. Т. 11, №. 2. М. 1957. С. 259-266.

Н.Ю. КИРИЛЛОВА, А.А. КИРИЛЛОВ*

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

СТРУКТУРА ГЕМИПОПУЛЯЦИИ *COSMOCERCA ORNATA* (NEMATODA, COSMOCERCIDAE) – ПАРАЗИТА ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ

В популяционной паразитологии характеристике половой структуры раздельнополых видов паразитов отводится особое место, так как их воспроизводительная способность определяется не общей численностью гельминтов, находящихся в популяции хозяина, а наличием особей паразита обоих полов в каждом животном (Евланов, 1993, 1995; Казаков, 1996).

Сведения, касающиеся репродуктивной структуры популяций раздельнополых гельминтов, малочисленны и, в основном, такие исследования проводились на паразитах рыб (Казаков, 1990, 1996; Евланов, 1993, 1995; Molnar, 1966; Bratney, 1988). Нами были проведены исследования нематоды *Thominox neopulchra* (Babos, 1954) Skrjabin et Schihobalova, 1954 – паразита летучих мышей рода ночниц (*Myotis*) (Кириллова и др., 2010, 2011, 2012).

Первая попытка изучения популяционной биологии паразитов озерной лягушки, в т.ч. и нематоды *Cosmocerca ornata*, была предпринята О.В. Минеевой (2006), однако автором не были исследованы амфибии в зимний период. Следует также отметить также работу М.Н. Дубининой (1950) по гельминтам озерной лягушки дельты Волги. Автором исследованы амфибии в сентябре-начале октября (перед уходом на зимовку), в марте (в конце зимовки из-под льда) и в апреле месяце (после выхода из спячки). М.Н. Дубинина отмечает, что «нематода кишечника *Cosmocerca ornata* ... не погружается вместе с хозяином в «спячку», а продолжает развиваться до половой зрелости. С выходом хозяина из состояния спячки ... в скором времени погибает. ... Весной хозяин заражается заново молодыми формами ...» (стр. 345).

Цель нашего исследования – изучение особенностей формирования структуры гемипопуляции нематоды *Cosmocerca ornata* (Dujardin, 1845) Diesing, 1861 от озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 (Anura: Ranidae).

За период с апреля 2010 г. по апрель 2011 г. исследовано 523 особи озерной лягушки разного возраста и пола из Мордовинской поймы Саратовского водохранилища (стационар «Кольцовский» ИЭВБ РАН, г. Тольятти). Отлов амфибий производился каждую декаду месяца из воложки Студенка. В зимний период для амфибий была устроена искусственная зимовка в том же водоеме, где они отлавливались в теплое время года. Отловленные в конце октября земноводные помещались в стальные рыболовецкие садки с субстратом из опавших листьев. Садки погружались на дно водоема на глубину 1-1,5 м при температуре воды 6-6,5°C. В зимние месяцы лягушки отбирались из садков из-под льда также каждые 10 дней.

* © 2013 Кириллова Надежда Юрьевна, старший научный сотрудник; Кириллов Александр Александрович, старший научный сотрудник

Всего был собран 1001 экземпляр нематоды *C. ornata*. Из них самок – 915, самцов – 86. Стадии зрелости нематоды устанавливались по степени развития нематод. Нами были выделены 4 стадии развития у самок и две стадии у самцов:

– *I стадия* – ювенильные, активно растущие паразиты, недавно поступившие в организм хозяина самки, самцы длиной 1,20-1,80 мм.

– *II стадия* – самки, у которых матка заполнена яйцами; самцы длиной 1,90-2,90 мм, способные к размножению.

– *III стадия* (только у самок) – паразиты у которых яйца содержат развитых личинок. Личинки могут покидать оболочку яиц еще в матке. длина тела самок 10.17–13.00 мм,

– *IV стадия* (только у самок) – самки, которые уже вывели личинок, матка пустая, растянутая; размеры паразитов.

Статистическая обработка материала проведена общепринятыми методами (Рокицкий, 1968; Бреев, 1972).

Нематода *Cosmocerca ornata* характеризуется прямым жизненным циклом (геогельминт). Самки паразита живородящие. Личинки гельминта формируются в яйцах в организме нематоды и выводятся из паразита вместе с экскрементами во внешнюю среду, где они достигают инвазионной стадии. Заражение амфибий инвазионными личинками *C. ornata* осуществляется перорально, непосредственно из окружающей среды (Скрябин и др., 1961; Шульц, Гвоздев, 1970; Гинецинская, Добровольский, 1978).

Характер распределения гемипопуляции *C. ornata* в популяции озерной лягушки и особенности репродуктивной структуры паразита, представлены в табл. 1. Зараженность амфибии нематодой в течение всего года и показатели интенсивности заражения и индекса обилия паразитов претерпевают определенные изменения (табл. 1). Весной после выхода земноводных из зимовки в мае месяце начинается их активное заражение нематодой *C. ornata* и продолжается весь теплый период года до сентября включительно. Об этом свидетельствуют показатели заражения озерной лягушки паразитом (табл. 1). Максимальные значения показателей экстенсивности, интенсивности заражения и индекса обилия нематоды отмечаются в летние месяцы (июнь-август). Пик заражения приходится на июль, когда показатель экстенсивности заражения составляет 75,7%, а индекс обилия нематоды – 5,1 экз.

Постепенное снижение зараженности озерной лягушки гельминтом наблюдается в период август (64, 9%; 4, 2 экз.) – октябрь (46,5%; 1,5 экз.). В течение зимовки наблюдается медленное снижение показателей заражения озерной лягушки нематодой *C. ornata*, связанное с элиминацией старых особей гельминта. Своего минимума показатели инвазии достигают в конце зимовки в апреле 2010 и 2011 гг., когда значения экстенсивности инвазии составляют 11,1% и 18,2%, а индекс обилия паразита – 0,5 экз. и 0,3 экз., соответственно (табл. 1).

Численное соотношение полов в гемипопуляции *C. ornata* различно в отдельные периоды года, но всегда самки доминируют по численности над самцами. Причем преобладание самок над самцами становится подавляющим в летние месяцы – период наиболее благоприятный для размножения и развития личинок паразита (табл. 1). Можно предположить, что преобладание самок нематоды связано с тем, что самцы паразита после процесса копуляции выводятся из организма хозяина, а самки еще находятся в нем, так как требуется определенное время для развития в матке личинок.

Следует особо отметить, что в каждом зараженном хозяине встречается всегда один самец. Очевидно, здесь мы наблюдаем внутривидовой механизм регуляции численности самцов и самок в гемипопуляции нематоды *C. ornata*, что возможно связано с низкой плотностью популяции гельминта.

Так, для паразитических нематод разных систематических групп, паразитирующих на разных группах животных характерно соотношение полов,

зависящие от плотности популяции паразита в особи хозяина. Главная тенденция – чем выше плотность популяции паразита, тем больше самцов в такой популяции и, наоборот, чем ниже плотность популяции нематод, тем меньше самцов паразита встречается. Идет большая приживаемость только самок. Кроме того, на соотношение полов еще могут влиять абиотические факторы (Petersen 1977; Poulin, 1997; Stien et al., 1996, 2005; Tingley, Anderson, 1986).

Совместная встречаемость половозрелых самок и самцов значительно изменяется по сезонам года. Одновременная регистрация зрелых самок и самцов наиболее высока в июне 2010 г. (56,4%), минимален процент встречаемости в конце зимовки – в апреле 2010 и 2011 гг. – 11,1 и 11,4%, соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Распределение *Cosmoserca ornata* в популяции озерной лягушки (апрель 2010 – апрель 2011 гг.)

Месяц	N	E, %	I, экз.	M, экз.	♀♀:♂♂	♀♀+♂♂	♀♀/♂♂
апрель	45	11,1	1-9	0,5	4,8:1	11,1	0
май	48	31,3	1-26	2,5	22,8:1	16,7	12,5
июнь	39	74,4	1-18	4,2	17,3:1	56,4	18,0
июль	37	75,7	1-22	5,1	22,5:1	43,2	28,6
август	37	64,9	1-22	4,2	13,2:1	45,9	8,1
сентябрь	48	47,9	1-24	2,2	8,4:1	37,5	8,3
октябрь	43	46,5	1-12	1,5	8,1:1	41,9	4,6
ноябрь	37	35,1	1-9	1,1	5,8:1	27,0	8,1
декабрь	31	29,0	1-8	1,2	5,2:1	25,8	3,2
январь	35	28,6	1-9	0,9	5:1	28,6	0
февраль	43	27,9	1-7	0,8	5,8:1	25,6	2,3
март	36	25,0	1-9	0,8	6,3:1	22,2	2,8
апрель	44	18,2	1-3	0,3	2:1	11,4	6,8

Прим. N – кол-во исследованных амфибий, ♀♀+♂♂ – встречаемость в хозяине половозрелых самок *C. ornata* (II и III стадии) и самцов (II стадия) паразита одновременно и самок III стадии зрелости без самцов, ♀♀/♂♂ – процент заражения хозяев паразитами одного пола.

За время исследования нематода *C. ornata* была зарегистрирована всего у 205 особей озерной лягушки, что составляет 39,2% от 523 исследованных амфибий. Зрелые самки и самцы одновременно встречаются только у 156 особей амфибий (29,8% всех исследованных амфибий). Данный факт свидетельствует о том, что только около 1/3 особей популяции озерной лягушки принимает участие в формировании репродуктивной структуры гемипопуляции *C. ornata*.

318 особей хозяина, свободных от паразита, не участвуют в формировании паразитарной системы «*C. ornata* – озерная лягушка». 37 особей озерной лягушки, в которых были зарегистрированы паразиты одного пола (или самки, или самцы, находящиеся на I, II стадии зрелости), выполняют как бы роль элиминаторов, так как находящиеся в них нематоды не участвуют в процессе воспроизводства новых поколений *C. ornata*, тем самым снижая численность паразита в окружающей среде.

Надо отметить тот факт, что 80 гельминтов (8,0% от общей численности нематод), находящихся в популяции хозяина, не принимали участия в процессе воспроизводства, вследствие заражения озерных лягушек нематодами одного пола. Причем самки паразита встречаются значительно чаще (самки – 63 экз., самцы – 17 экз.).

Материалы табл. 2 позволяют детально рассмотреть особенности формирования репродуктивной структуры гемипопуляции *C. ornata*, а также выявить особенности поступления самок и самцов нематоды в популяцию озерной лягушки. Анализ следует

проводить, учитывая особенности экологии хозяина – озерной лягушки, а также температуру окружающей среды (главным образом, воды).

Рост и развитие геонематоды *C. ornata* зависит, с одной стороны, от сезонной активности их окончательных хозяев – амфибий; с другой – от температурного фактора.

Земноводные в условиях Самарской Луки в период с середины октября по середину апреля находятся на зимовке на дне водоемов (желательно с проточной водой), зарывшись в ил, под опавшую листву. По сведениям В.И. Гаранина (1983) зимовка проходит на глубине 0,5-1,0 м. Температура воды подо льдом составляет по нашим данным весь период зимовки 4,2°С (декабрь-март) (табл. 3).

Развитие личинок геонематод во внешней среде зависит от температуры. В летний период при $t > 20^{\circ}\text{C}$ рост и развитие личинок протекает быстрее, при $t < 20^{\circ}\text{C}$ – медленнее. Такая же закономерность прослеживается и в росте и развитии нематод в кишечнике хозяина.

Таблица 2. Встречаемость отдельных стадий развития нематоды *Cosmocerca ornata* в популяции озерной лягушки (в %) (апрель 2010 – апрель 2011 гг.)

Месяц	Самки (♀♀)					Самцы (♂♂)		
	n	I	II	III	IV	n	I	II
апрель	19	0	57,9	0	42,1	4	0	100
май	114	50,9	28,1	5,3	15,7	5	20,0	80,0
июнь	155	22,6	22,0	53,5	1,9	10	40,0	60,0
июль	180	51,7	15,0	24,4	8,9	8	50,0	50,0
август	145	35,9	31,7	22,1	10,3	11	45,5	54,5
сентябрь	92	13,0	7,6	60,9	18,5	11	18,2	81,8
октябрь	64	0	3,5	3,5	93,0	7	0	100
ноябрь	35	0	0	0	100	6	0	100
декабрь	31	0	0	0	100	6	0	100
январь	25	0	0	0	100	5	0	100
февраль	29	0	0	0	100	5	0	100
март	25	0	0	0	100	4	0	100
апрель	8	0	0	0	100	4	0	100

Зрелые самки *C. ornata*, достигшие III стадии зрелости (с личинками), у озерной лягушки обнаруживаются только в период с мая по октябрь (табл. 2). В этот же период осуществляется выход личинок нематоды в окружающую среду. Судя по встречаемости самок III стадии в отдельные месяцы, наиболее благоприятные условия (температурный режим) для роста и развития складываются в период июнь–сентябрь. Здесь следует отметить, что к концу октября все самки нематоды успевают выделить личинок и, начиная с этого времени и до выхода хозяев из зимовки (середина-конец апреля), самки представлены только IV стадией зрелости (без личинок). Половозрелые самцы (II стадия развития) встречаются в популяции озерной лягушки круглогодично.

Поступление инвазионных личинок нематоды в популяцию озерной лягушки происходит в течение 5 месяцев (с мая по сентябрь), когда обнаруживаются ювенильные паразиты (I стадия развития).

Процесс копуляции у нематод на зимовке хозяев не происходит, хотя в этот период гемипопуляция паразита представлена половозрелыми самками и самцами. В период с ноября до середины апреля наблюдается замедленный рост самок и самцов *C. ornata* и гибель старых особей нематоды. И только в конце апреля начинают встречаться перезимовавшие самки II стадии, матка которых заполнена яйцами. Эти самки начинают выводить личинок уже в начале мая.

Таблица 3. Температура воды в воложке Студенка (Саратовское вдхр.) (апрель 2010 – апрель 2011 гг.)

Месяц	I половина		II половина	
	<i>t</i>	Средняя <i>t</i>	<i>t</i>	Средняя <i>t</i>
апрель	5,8-6,1	6,0	6,2-12,8	9,4
май	12,8-13,4	13,1	15,3-16,8	16,0
июнь	17,5-18,5	18,1	19,2-21,8	20,5
июль	22,0-24,3	23,3	23,6-25,4	24,7
август	24,6-28,9	26,4	18,6-19,2	18,9
сентябрь	16,8-17,6	17,1	13,9-16,4	15,4
октябрь	8,2-12,4	9,4	7,1-9,0	8,3
ноябрь	5,5-6,3	6,0	4,7-5,1	4,9
декабрь	4,2			
январь				
февраль				
март				

Полученные нами результаты по заражению и по развитию геонематоды *S. ornata* свидетельствуют о важной роли температурного фактора в этих процессах. Инвазия озерной лягушки новыми генерациями нематоды во время зимовки не совершается. Зимовка хозяина (озерной лягушки) оказывает существенное влияние на процессы роста и созревания паразита. В зимний период рост особей *S. ornata* замедляется; формирование в самках яиц и личинок не происходит.

Полученные нами результаты не согласуются с выводами М.Н. Дубининой (1950) и О.В. Минеевой (2006) по влиянию зимовки озерной лягушки на репродуктивную структуру популяцию нематоды *S. ornata*.

Список литературы

- Бреев К.А. Применение негативного биномиального распределения для изучения популяционной экологии паразитов. Л.: Наука, 1972. 70 с.
- Гаранин В.И. Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края. М.: Наука, 1983. 175 с.
- Дубинина М.Н. Экологическое исследование паразитофауны озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) дельты Волги // Паразитологич. сб. Зоологич. ин-та АН СССР. 1950. Т. 12. С. 300-350.
- Евланов И.А. Экологические аспекты устойчивости паразитарных систем (на примере паразитов рыб) // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М., 1993. 41 с.
- Евланов И.А. Репродуктивная структура группировок паразитической нематоды *Camallanus truncatus* и факторы, определяющие её изменение // Паразитология. 1995. Т. 29, вып. 5. С. 417-423.
- Казаков Б.Е. Некоторые факторы регуляции репродуктивной структуры популяции *Philometra rischta* Skrjabin, 1917 в оз. Габи // Факторы регуляции популяционных процессов у гельминтов. М., 1990. С. 59-60.
- Казаков Б.Е. О половой структуре раздельнополых гельминтов // Вопр. популяционной биологии паразитов. М.: Ин-т паразитол. РАН, 1996. С. 74-85.
- Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А., Евланов И.А. Характеристика репродуктивной структуры гемипопуляции *Thominx neopulchra* (Nematoda, Capillariidae) – паразита летучих мышей // Паразитология. 2010. Т. 44, вып. 5. С. 428-433.
- Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А., Евланов И.А. Плодовитость нематоды *Thominx neopulchra* (Nematoda, Capillariidae) из летучих мышей рода *Myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae) // Паразитология. 2011. Т. 45, вып. 1. С. 19-25.
- Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А., Евланов И.А. Изменчивость размерной структуры гемипопуляции самок *Thominx neopulchra* (Nematoda, Capillariidae) из летучих мышей рода *Myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae) // Паразитология. 2012. Т. 46, вып. 1. С. 11-15.
- Минеева О.В. Особенности динамики заражения озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pallas) некоторыми видами гельминтов: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2006. 18 с.
- Рокицкий П.Ф. Основы вариационной статистики для биологов. Минск: Изд-во Белорус. гос. ун-та, 1968. 222 с.
- Скрябин К.И., Шихобалова Н. П., Лагодовская Е.А. Основы нематодологии. Т. 10, ч. 2. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 499 с.

Bratney J. Life history and population biology of adult *Acanthocephalus lucii* // J. Parasitol. 1988. Vol. 74, № 1. P. 72-80.

Molnar K. Life history of *Philometra ovata* (Zeder, 1803) and *Ph. rischta* Skrjabin, 1917 // Acta Vet. Acad. Sci. Hungary. 1966. Vol. 16. P. 227-242.

Petersen J.J. Effects of Host Size and Parasite Burden on Sex Ratio in the Mosquito Parasite *Octomyomermis muspratti* // Journ. Nematol. 1977. Vol. 9, № 4. P. 343-346.

Poulin R. Population abundance and sex ratio in dioecious helminth parasites // Oecologia. 1997. Vol. 111. P. 375-380.

Stien A., Dallimer M., Irwine R.J., Halvorsen O., Langvatn R., Albon S.D., Dallas J.F. Sex ratio

variation in gastrointestinal nematodes of Svalbard reindeer; density dependence and implications for estimates of species composition // Parasitology. 2005. Vol. 130. P. 99-107.

Stien A., Halvorsen O., Leinaas H.P. Density-dependent sex ratio in *Echinomermella matsi* (Nematoda), a parasite of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* // Parasitology. 1996. Vol. 112. P. 105-112.

Tingley G.A., Anderson R.M. Environmental sex determination and density-dependent population regulation in the entomogenous nematode *Romanomermis culicivora* // Parasitology. 1986. Vol. 92. P. 431-449.

Д.С. КИСЕЛЕВА*

Волжский университет имени В.Н. Татищева (институт), г. Тольятти

ОБЗОР ВОДНЫХ МОХООБРАЗНЫХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Мохообразные, представляют собой довольно крупный, насчитывающий около 20 тысяч видов, отдел растительного царства. Мохообразные — представители высших, или побеговых, растений. Это наиболее примитивный тип в категории высших растений.

Мохообразные произошли от зеленых или бурых водорослей. При прорастании спор у мхов развивается ветвистая зеленая нить — протонема, которая напоминает тело нитчатых водорослей. Половой процесс у мхов осуществляется только в водной среде. Это указывает на родство мхов и водорослей. Мохообразные имеют различные приспособления к наземному образу жизни, и в то же время у них сохранились черты водных растений. В большинстве случаев мохообразные слабо приспособлены к обитанию на сухих местах, они растут в среде с повышенной влажностью — болота, леса, сырые луга, где нередко образуют сплошной покров. Существуют виды, которые растут только в воде.

Мохообразные делятся на три класса: антоцеротовые (Anthocerotae), печеночники (Hepaticae), мхи (Musci).

Все три класса возникли на Земле очень давно, около 300 миллионов лет назад, и с тех пор развивались независимо один от другого, а потому наряду с общими признаками, указывающими на происхождение их от общего предка, эти классы обладают и рядом специфических, присущих только им особенностей.

Существенной отличительной особенностью высших растений, к которым относят и мохообразных, от низших является наземный образ жизни. В результате длительной эволюции высшие растения вышли из воды и приспособились к жизни в новых своеобразных наземных условиях. В процессе приспособления к наземному образу жизни у высших растений выработалось много различных приспособительных признаков и свойств, что способствовало нормальному образу жизни их в разнообразных условиях суши (Игнатов, 2003).

В целом среди мохообразных можно выделить по отношению к воде несколько экологических групп, между которыми существуют переходные типы.

Гидрофиты живут в воде; они прикрепляются ризоидами к стволам или ветвям утонувших деревьев или к подводным камням (например, фонтиналис противопожарный – *Fontinalis antipyretica*) либо свободно плавают на поверхности или в толще.

* © 2013 Киселева Дарья Сергеевна, студент